

Des associations bénéfiques arbres-productions agricoles au Sénégal et en Côte d'Ivoire

Par Dominique Louppe, Cirad

Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement)
TA C-DIR / B - Campus international de Baillarguet
- F-34398 Montpellier Cedex 5
Courriel : dominique.louppe@cirad.fr

Paysage de parcs à karités, dans le nord de la Côte d'Ivoire.

*En Afrique, les rendements de deux associations arbres fruitiers-productions agricoles – *Faidherbia albida* (kad) au Sénégal et *Vitellaria paradoxa* (karité) en Côte d'Ivoire – sont étudiés. Ces systèmes, qualifiés d'archaïques, retrouvent peu à peu leur place grâce aux avantages ainsi confirmés.*

En Afrique, les parcs arborés sont un système de cultures avec des arbres présents dans les terres cultivées. Ces parcs se sont surtout développés dans les zones de savane(s) avec une saison sèche marquée et des pluies souvent irrégulières. Ils sont composés d'arbres utiles, conservés et protégés pour leurs productions fruitière, fourragère, pour des

usages médicinaux ou artisanaux. Avec la promotion d'une agriculture dite « moderne » ces arbres ont été menacés pour laisser la place aux charrues et à la mécanisation. Mais les agriculteurs ont « fait de la résistance » et les arbres sont progressivement revenus dans les champs. Ces arbres, outre leur production propre, ont-ils un effet positif sur les



Faidherbia albida est un arbre de la famille des Mimosacées vivant en symbiose avec des Rhizobiums qui lui permettent de fixer l'azote de l'air.

Cet arbre présente une particularité unique : il perd son feuillage pendant la saison des pluies. Ses feuilles, ses fleurs et ses gousses sont un excellent fourrage riche en phosphore, en protéines digestibles et en carotène. Les gousses sont mangées au sol ou vendues comme fourrage pour l'engraissement des moutons de case. Le feuillage, émondé en saison sèche, est immédiatement mangé sous l'arbre et le bois est récupéré ; mais cette pratique réduit la taille des houppiers et la production de gousses. Le bois, de densité moyenne (650 kg/m³ sec à l'air), convient pour la menuiserie. C'est un bon bois de feu avec une valeur calorifique de 19 750 kJ/kg.

Le *Faidherbia* est présent sur l'ensemble du continent africain, aux pourtours de la forêt dense, depuis la Mauritanie jusqu'à la mer Rouge et l'Afrique du Sud. Il peut croître dans des zones très sèches si ses racines trouvent de l'eau en profondeur. C'est une espèce inféodée à l'homme, qui ne se régénère pas dans les forêts naturelles. Ses graines sont dispersées par le bétail. L'arbre a une croissance rapide sur les sols qui lui conviennent et si ses racines trouvent suffisamment d'eau pendant la saison sèche.



Faidherbia albida émondé au Sénégal.

D. Louppe © Cirad

productions agricoles? C'est ce que nous avons voulu savoir pour deux espèces *Faidherbia albida* et *Vitellaria paradoxa*.

Faidherbia albida au Sénégal

Les parcs arborés sont des systèmes évolutifs. Le parc à *Faidherbia albida* du village de Sob au Sénégal est suivi depuis 50 ans. En 1965, il comptait 3 739 arbres, dont 846 jeunes individus qui garantissaient le renouvellement du peuplement. Les houppiers couvraient environ 20 % du terroir. 20 ans plus tard, il ne restait que 2 470 *Faidherbia* émondés avec à peine 5 % couvert. Les 34 jeunes sujets ne pouvaient plus compenser la mortalité des arbres sénescents laissant craindre une disparition plus ou moins proche du parc arboré. En 2005 cependant, sur les 2 320 arbres restants, 420 étaient des sujets d'avenir, montrant que les agriculteurs cherchaient à reconstituer le parc arboré¹⁾. L'abattage ou la mort naturelle des vieux arbres, l'émondage pour le bois nécessaire à la cuisson des aliments et à l'alimentation du bétail et l'introduction de la culture

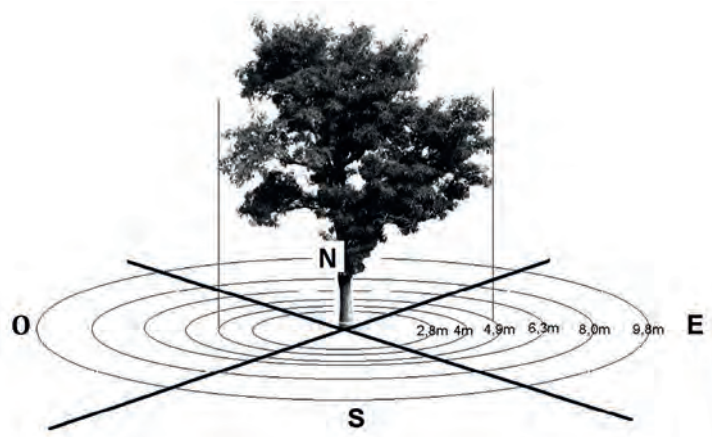
1) Lericollais, 1988 a) ;
Delaunay *et al.*, 2009 b)

Dispositifs expérimentaux

L'hypothèse était que des arbres ont une influence sur les cultures, fonction de la distance. Pour la valider, des placettes annulaires concentriques, centrées sur le pied de l'arbre, ont été récoltées. Elles ont une surface de 25, 25, 25, 50,75 et 100 m² (Figure 1), soit un total de 300 m². Ces placeaux annulaires sont délimités à l'aide d'une corde dont la longueur utile est fonction du rayon extérieur du placeau et du diamètre de l'arbre. Les arbres échantillons ont été choisis dans des parcelles de culture sur un même type de sol. Ils sont à plus de 20 m du plus proche voisin, et à plus de 10 m de la limite de la parcelle cultivée. Leur houppier est bien équilibré. Pour l'étude de l'influence du *Faidherbia albida* à Sob au Sénégal, nous avons aussi récolté, pour chaque arbre, deux parcelles témoin de 25 ou 50 m², situées dans la même parcelle.

Pour l'étude de l'influence du karité (*Vitellaria paradoxa*) à Lataha en Côte d'Ivoire, le dispositif de base est identique, mais chaque anneau a été divisé en quatre secteurs orientés vers les quatre points cardinaux. Il y a ainsi 24 placettes récoltées par arbre, mais pas de parcelle témoin, à plus de 20 m de tout arbre, car le parc arboré est trop dense. L'influence des arbres sur le microclimat a été étudiée grâce à 24 pluviomètres, à des mesures de température de l'air et d'évaporation par évaporimètres Piche.

Figure 1 : Schéma du dispositif de mesure des rendements agricoles



D. Louppe © Cirad

Récolte d'arachide en anneaux concentriques.

2) Louppe, 1989 c) ; Louppe et al., 1996 d).

attelée ont été la cause de la diminution du nombre des arbres (- 34 %) et du couvert des houppiers (- 75 %), observée en 1985. Pour comprendre l'évolution du parc, il semblait important de déterminer l'impact de l'émondage sur les rendements agricoles. Les principaux résultats de cette étude sont présentés ici²⁾.

À Sob, les sols sont sableux. La pluviométrie de l'année 1988 a été de 556 mm. Le mil a été semé le 30 mai, avant la première pluie de 35 mm du 23 juin. La pluie suivante est survenue 35 jours plus tard. Le stress a été très important pour les plants qui avaient germé abondamment. 21 arbres ont été suivis, dont 10 dans des cultures d'arachide (*Arachis hypogea*) et 11 dans des champs de mil (*Pennisetum typhoides*).

Tous les arbres étudiés avaient été émondés – aucun arbre avec un houppier intact. Le rayon moyen des houppiers était de 4,89 m pour un couvert moyen de 75 m² soit 38 % de celui d'arbres non émondés ayant le même diamètre de tronc. 168 parcelles ont été récoltées, couvrant une surface totale de 7 625 m².

Effets sur le mil

Le mil, cultivé sans fertilisation organique ou minérale, a été récolté fin octobre (*photo ci-dessous*). Les témoins se répartissent en deux groupes selon le rendement : huit parcelles avec un rendement moyen en grains de 645 kg/ha (écart-type 153 kg/ha) et trois parcelles avec un rendement de 213 kg/ha (écart-type 54 kg/ha). Seuls les résultats des meilleures parcelles sont présentés ici (*Figure 2*).

Faidherbia albida a une influence positive significative, comparativement aux témoins, sur le poids des épis ainsi que sur le poids de grains par épi dans un rayon de 6,3 m, soit environ 1,5 m de plus que le diamètre du houppier des arbres. À l'aplomb du houppier, le rendement est augmenté de 62 % par rapport à une parcelle sans arbre, mais n'est que de 20 % sur l'ensemble des 300 m² récoltés dont les houppiers ne couvrent que 25 %. L'effet de l'arbre est plus sensible dans les parcelles à faible productivité où le rendement en grains a augmenté de 113 %.

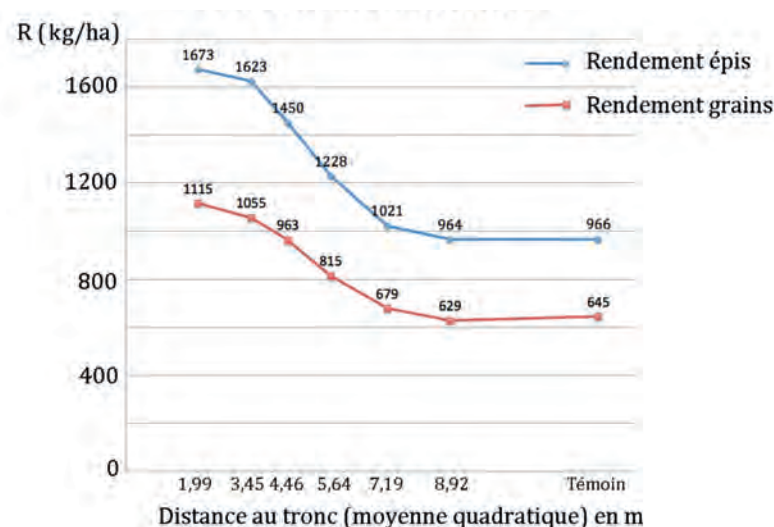
Effet sur l'arachide

Sous certains arbres, il y a eu du parcage d'animaux, donc apport de déjections. Sans entrer dans les détails, les différences pour l'arachide sont statistiquement significatives (S) ou non (NS) :

- les déjections animales, hors effet arbre, augmentent de 51 % la production de tiges et de feuilles (S) mais pas de gousses (+ 9 % - NS) malgré l'augmentation du nombre de gousses par pied de 33 % (S) ;
- l'arbre, dans les 300 m² récoltés, augmente de 40 % (S) le nombre de gousses par pied sauf dans les 75 m² sous le houppier de l'arbre ;
- la production de feuilles augmente de 72 % (S) à la limite du houppier.

Globalement, *Faidherbia albida* a, sur le rendement en gousses de l'arachide, un effet dépressif jusqu'à au moins 10 m du tronc, avec ou sans apport de matière organique.

Figure 2 - Rendement en mil (kg/ha) en fonction de la distance au tronc de *Faidherbia albida*



Séchage de mil récolté en attente de battage au Sénégal.



D. Louppe © Cirad

Maïs dans un parc dense de Faidherbia albida en Côte d'Ivoire.

Discussion pour *Faidherbia*

Avec un parc arboré de cinq arbres par hectare l'effet global du *Faidherbia* sur les rendements agricoles est faible, + 3 % pour le mil et - 2,5 % pour l'arachide. En extrapolant à un couvert de 2000 m²/ha tel qu'il était en 1965, l'augmentation serait de 15 % pour le mil et de - 13 % pour les gousses d'arachide. L'effet de l'arbre ne serait-il pas plus important avec des houppiers plus étendus ? Nos observations ne permettent pas de le confirmer, mais Charreau et Vidal^{e)} pour des productions de mil hors houppier comparables avaient mesuré un rendement en grain de plus de 1 600 kg/ha sous un houppier intact. Ceci laisse penser que l'émondage réduit l'impact de l'arbre sur les rendements céréaliers en quantité et en surface, donc les revenus des agriculteurs. Le rendement du mil est lié au pH du sol et à sa teneur en carbone et en azote, trois facteurs directement influencés par le *Faidherbia* tout comme les retours en éléments minéraux par les retombées de litière, feuilles, fruits, brindilles. Au Sénégal, on a mesuré une augmentation de la teneur en carbone total (+ 62 %), en carbone minéralisable (+ 73 %), en humus (+ 40-47 %). Cet apport de matière organique et l'effet de l'ombrage pendant la saison sèche, période de feuillaison de l'arbre, sont favorables à l'activité biologique des sols. Dans un parc à *Faidherbia* beaucoup plus

dense (photo ci-dessus) en Côte d'Ivoire, nous avons compté la mésofaune³⁾ du sol soit 5 700 individus par m² sur les 30 premiers centimètres de sol, principalement des vers de terre et des termites en fin de saison sèche, et seulement 1 600 après le labour en juillet, la faune ayant migré soit en profondeur, soit vers des lieux moins perturbés. À titre comparatif, en juillet dans une jachère naturelle de 3 ans, nous avons dénombré 770 individus par m² et 2 600 individus par m² dans une forêt dense sèche voisine. Les sols sous *Faidherbia*, en plus d'être plus humides, plus riches, mieux structurés, ont une activité biologique plus intense, avec de nombreux vers de terre qui participent à leur fertilité.

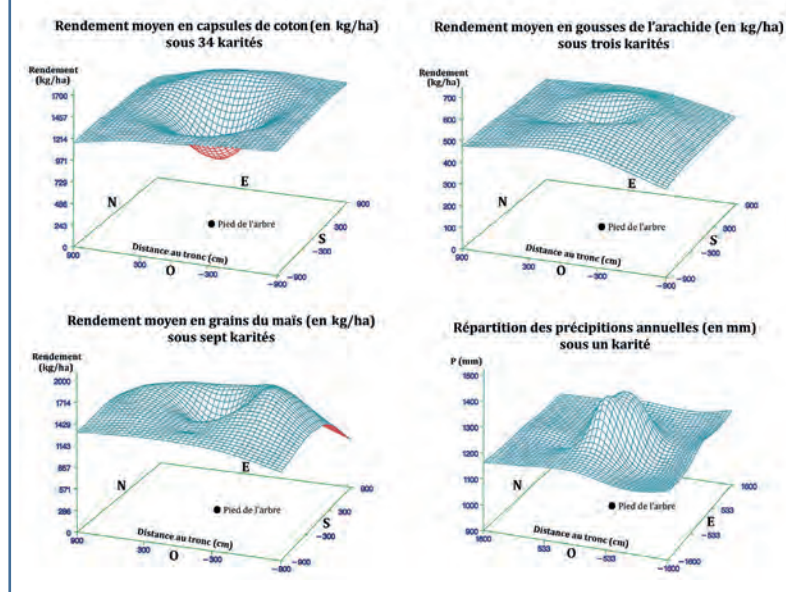
Effet du léger ombrage ? Par rapport à des cultures sans arbres, 20 à 30 arbres/ha diminuent l'évapotranspiration potentielle de 50 % en saison sèche et de 10 % en saison des pluies. Le sol s'assèche donc plus lentement. Les stomates⁴⁾ des plantes cultivées se ferment plus tard dans la journée. La période de photosynthèse est plus longue. La production de grains des céréales est plus élevée, et de feuillage pour l'arachide. L'arachide a besoin d'un ensoleillement maximal au moment de la floraison et un ombrage, même léger, réduirait donc la production de gousses, mais pas de biomasse totale.

3) Les insectes dont la taille est comprise entre 200 µm et 2 mm, généralement de micro-arthropodes dont les plus gros individus sont à peine visibles à l'œil nu.

4) Structure de l'épiderme des plantes permettant les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère.



Figure 3 - Influence du Karité sur le rendement des cultures associées et sur la répartition spatiale des précipitations



Effets du Karité sur les rendements agricoles

Le Karité est une espèce à l'opposé du *Faidherbia*. En saison des pluies, son feuillage est dense et il est défeuillé en saison sèche. Son impact sur les rendements agricoles est *a priori* supposé négatif. Pour confirmer cette hypothèse, une étude a été menée pendant trois années successives près de Korhogo en Côte d'Ivoire. L'étude a porté sur des karités isolés dont le houppier moyen a un rayon de 450 cm (Figure 1, p. 31). Il n'y a pas de parcelles témoins, car une étude préliminaire a montré que l'influence de l'arbre ne dépasse pas 10 mètres.

Effets sur le coton : le karité retarde la maturation du coton. Sous l'arbre, les cotonniers sont plus hauts et les capsules plus grosses, mais la production augmente en s'éloignant du tronc jusqu'à sept mètres (S), puis diminue. Sur les meilleures terres, l'effet dépressif est limité aux trois premiers mètres au pied de l'arbre; mais sur les sols pauvres ou dégradés, la baisse des rendements s'étend bien au-delà de la limite du houppier. L'effet de l'arbre n'est pas homogène selon l'orientation: les capsules (en g.) sont plus lourdes au nord et à l'ouest dans la zone d'influence de l'arbre. L'ensoleillement plus important à l'est et au sud induit une maturation plus précoce des capsules.

Le Karité (*Vitellaria paradoxa*)

Arbre de la famille des Sapotacées dont l'amande du fruit contient une matière grasse végétale, le beurre de karité, utilisé traditionnellement et industriellement pour la cuisson, la fabrication de savon, comme substitut au beurre de cacao et comme produit cosmétique.

La pulpe des fruits est comestible et plusieurs parties de l'arbre sont utilisées en pharmacopée traditionnelle. Son bois, difficile à travailler, est apprécié comme bois de feu ou pour produire du charbon de bois.

Sa croissance est assez lente. Son aire naturelle s'étend du Sénégal jusqu'au Soudan, l'éthiopie et l'Ouganda, dans une bande de savanes large de 500 à 700 km.



Fruits du Karité.

Effets sur l'arachide : il y a une légère perte de production près du tronc et une petite augmentation au niveau de la limite du houppier, non significative.

Effets sur le maïs : on observe une couronne de production plus élevée, située entre trois et huit mètres du tronc avec une interaction entre l'orientation et la distance au tronc. Les meilleurs rendements et les plus gros grains sont à la limite du houppier à l'ouest, à la limite intérieure au nord et à la limite externe à l'est. Au sud, l'influence de l'arbre est faible, mais les grains sont plus petits. Les grains dans les quatre premiers mètres sont plus lourds que ceux éloignés de plus de huit mètres du tronc.

En conclusion

Pour le coton, la baisse de rendement varie selon les années, de 0,24 et 2,8 kg de coton graine par arbre, mais ces pertes sont largement compensées par la production fruitière des arbres. Pour l'arachide, sur les meilleurs sols, le gain est de 500 g par arbre et sur les sols les plus pauvres la perte est de 250 g. La production du maïs a été améliorée de 4,8 kg par l'arbre.

Effet de l'arbre sur le microclimat : 44 pluviomètres ont été installés (Photo 6) sous un Karité à cime bien équilibrée. Par rapport à une pluviométrie de 1 172 mm loin des arbres, nous avons mesuré une augmentation des précipitations sous le houppier (+8,4 % à 2 mètres du tronc, +17,7 % à 3,5 m, et +20,4 % à 4,5 m) du fait de l'interception des pluies obliques venant du nord-est. Mais la pluviométrie diminue hors houppier du côté ouest sous le vent (-7,4 % à 5,6 m et -10,1 % à 7,2 m).

Les températures d'un sol nu encore humide mesurées à midi, à deux centimètres de profondeur sont de 4 °C inférieures à l'ombre du houppier. Les températures au pied de l'arbre sont de 3 °C plus élevées à l'est qu'à l'ouest, probablement parce que les stomates des plantes cultivées se ferment plus tôt à l'est qui est ensoleillé le matin. L'après-midi, les températures sont plus élevées à l'ouest.

En guise de conclusion, les arbres des parcs arborés ont une influence globalement positive sur les rendements agricoles par l'amélioration du microclimat, par les retombées de matières organiques et minérales et par une meilleure activité biologique des sols. L'effet de *Faidherbia albida* est surtout sensible sur les céréales comme en témoigne leur culture année après année dans les parcs au Sénégal ou en Côte d'Ivoire. Il est probable que l'émondage a un effet dépressif double, sur les rendements céréaliers et sur la production de gousses de l'arbre, utilisées pour alimenter le bétail. L'effet dépressif du *Faidherbia* sur le rendement en gousses de l'arachide est compensé par une augmentation de fanes utilisées pour l'affouragement du bétail. L'effet du karité n'est pas aussi marqué, mais les pertes de rendement sont compensées par la production de fruits (photo p. 34). ■

Bibliographie

- e) Charreau C., Vidal P., 1965. *Influence de l'Acacia albida (Del.) sur le sol ; nutrition minérale et rendement des mils Pennisetum au Sénégal*. Agr. Trop. vol. XX, 6-7 : 600-626.
- b) Delaunay V., Deschamps-Cottin M., Berthaudière V., Vila B., Oliveau S. et al.. 2009. *Dynamique démographique et dynamique du parc agroforestier à Faidherbia albida (Del.) A. Chev. en pays Serer (Sob, Sénégal)*. XXVIth International Population Conference, Sept. 2009, Marrakech, Morocco. <<http://iussp.org/marrakech2009/>>. <hal-01140561>
- a) Lericollais A., 1988. *Évolution du parc arboré en pays sereer. Séminaire sur l'évolution des systèmes agraires sereer*. Niakhar I-4 mars 1988. ORSTOM/Bel-Air, Dakar, Sénégal, mars 1988.
- c) Louppe D., 1989. *Influence de Faidherbia albida sur les rendements agricoles - Nouvelle contribution*. Colloque national : Forêt, Environnement et Développement, ISE - Dakar, 22-26 mai 1989. ISRA/DRPF, 18p. + graphiques.
- d) Louppe D., Ndour B. & Samba A.N.S. 1996. *Influence de Faidherbia albida sur le mil et l'arachide au Sénégal - Méthodologie de mesure et estimations des effets d'arbres émondés avec ou sans parcage d'animaux*. Cahiers Scientifiques de Bois et forêts des tropiques, 12(1996) : 123-139.

Résumé

Au Sénégal et en Côte d'Ivoire, les arbres des parcs arborés sont associés à des productions céréalière ou fourragère. L'influence positive sur les rendements agricoles résulte de l'amélioration du microclimat, des retombées de matières organiques et minérales et d'une meilleure activité biologique des sols lorsque *Faidherbia* et Karité sont associés aux productions agricoles.

Mots clés : parcs arborés, rendement, *Faidherbia albida*, Karité, Sénégal, Côte d'Ivoire.